

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2000 年 12 月 14 日 (14.12.2000)

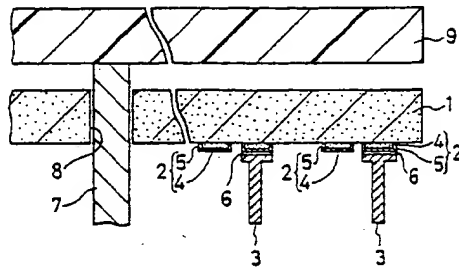
PCT

(10) 国際公開番号
WO 00/76273 A1

- (51) 国際特許分類: H05B 3/28, 3/12 [JP/JP]; 〒501-0601 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社内 Gifu (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP99/03086
- (22) 国際出願日: 1999 年 6 月 9 日 (09.06.1999)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): イビデン株式会社 (IBIDEN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒503-0917 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地 Gifu (JP).
- (74) 代理人: 弁理士 小川順三, 外 (OGAWA, Junzo et al.); 〒104-0061 東京都中央区銀座2丁目8番9号 木挽館銀座ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, KR, SG, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 古川正和 (FURUKAWA, Masakazu) [JP/JP]. 平松靖二 (HIRAMATSU, Yasuji) [JP/JP]. 伊藤康隆 (ITO, Yasutaka)
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: CERAMIC HEATER AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME, AND CONDUCTIVE PASTE FOR HEATING ELEMENT

(54) 発明の名称: セラミックヒーターおよびその製造方法、発熱体用導電ペースト



(57) Abstract: A ceramic heater which is thin and light and the temperature of which is easily controlled and a conductive paste for forming a heating element used for such a heater are disclosed. The ceramic heater is characterized in that a heating element formed by sintering metal particles and a metal oxide mixed if necessary is provided on the surface of or in a ceramic substrate made of a nitride ceramic or a carbide ceramic. The conductive paste is one that is prepared by mixing metal particles and metal oxide.

(57) 要約:

温度制御しやすく、薄くて軽いセラミックヒーターと、このヒーターに用いる発熱体形成用導電ペーストを提供することを目的とし、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなるセラミック基板の表面もしくは内部に、金属粒子と、必要に応じ混合される金属酸化物とを焼結して形成した発熱体を設けることを特徴とする。

また、かかる導電ペーストとしては、金属粒子と金属酸化物を混合してなるペーストを用いる。



WO 00/76273 A1

明 細 書

セラミックヒーターおよびその製造方法、発熱体用導電ペースト

5 技術分野

本発明は、主に半導体産業において用いられる乾燥用セラミックヒーターに関し、特に、温度制御しやすく、薄くて軽いセラミックヒーター及びその製造方法と、該ヒーターの発熱体を形成するために用いられる導電ペーストに関する。

10

背景技術

代表的な半導体製品は、例えば、シリコンウェハー上にエッチングレジスト（感光性樹脂）を塗布したのちエッチングすることにより製造している。この場合、シリコンウェハー表面に塗布された感光性樹脂は、塗布後に乾燥しなければならない。乾燥の方法としては、前記樹脂が塗布されたシリコンウェハーをヒーター上に載置して加熱することが一般的である。

15

このようなヒーターとしては、従来、アルミニウム製基板の裏面に発熱体を取付けたものが代表的である。ところが、このような金属製のヒーターは次のような問題があった。

20

即ち、ヒーター本体である基板が金属製であるため、厚みを15mm程度と厚くしなければならない。なぜなら、薄い金属板では、加熱に起因する熱膨張により、そり、歪みが発生してしまい、金属板上に載置されるウェハーが破損したり傾いたりしてしてしまうからである。そのため、従来の金属製ヒーターは重量が大きく、かさばるという問題があった。

25

また、ヒーターによるシリコンウェハーの加熱は、発熱体に印加する電圧や電流を調節することにより、基板の温度を制御して行われる。しかし、この方法は、金属板が厚いために、電圧や電流の変化に対してヒーター基板の温度が

迅速に追従せず、温度制御特性が悪いという問題があった。

本発明の主たる目的は、温度制御しやすく、薄くて軽いヒーター及びその製造方法を提供することにある。

5 本発明の他の目的は、発熱特性に優れる発熱体用導電ペーストを提供することにある。

発明の開示

従来技術が抱えている上記課題について検討した結果、発明者らは、ヒーター用基板として、アルミニウムなどの金属に代えて熱伝導性に優れたセラミック、とくに窒化物セラミックまたは炭化物セラミックを用いることに着目した。
10 こうしたセラミック基板は、薄くしてもそりや歪みが発生せず、また、温度制御が迅速、容易にでき、とくに発熱体に印加する電圧や電流を変化させて温度制御するときの応答性に優れるという事実を知見した。

また、発明者らは、金属粒子を含む導電ペーストは、一般に、窒化物セラミックや炭化物セラミックとは密着しにくい性質があるが、その導電ペーストに
15 金属酸化物を加えると、金属粒子の焼結を通じてその密着性が改善されるという事実を知見した。

このような知見の下に開発した本発明の要旨構成は次とおりである。

1. 本発明は、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなるセラミック
20 基板の表面に、発熱体を配設してなるセラミックヒーターである。

2. 前記発熱体は、一部がセラミック基板中に埋設された状態に配設することが好ましい。

3. 前記発熱体は、金属粒子の焼結体からなることが好ましい。

4. 前記発熱体は、金属粒子と、酸化鉛、酸化亜鉛、酸化珪素、酸化ホウ素、
25 酸化アルミニウム、酸化イットリウム及び酸化チタンから選ばれるいずれか1種以上の金属酸化物と、からなることが好ましい。

5. 前記金属粒子は、貴金属、鉛、タングステン、モリブデンおよびニッケ

ルから選ばれるいずれか1種以上を用いることが好ましい。

6. 前記発熱体は、その表面が、非酸化性の金属層で被覆されていることが好ましい。

7. 前記発熱体は、断面アスペクト比（発熱体の幅／発熱体の厚さ）が、10
5 ～10000 の断面形状のものであることが好ましい。

8. 前記窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなるセラミック基板の内部に、断面アスペクト比（発熱体の幅／発熱体の厚さ）が10～10000 である扁平形状の発熱体を配設することを特徴とする。

9. 本発明は、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなるセラミッ
10 ク基板の内部に、扁平形状の発熱体を配設すると共に、その発熱体の配設位置を、基板の中心から厚さ方向に偏芯した位置に配設し、かつその発熱体からは遠い側の面を加熱面としたことを特徴とするセラミックヒーターである。このヒーターもまた、発熱体は上記2～8の構成を具えることが好ましい。

10. 前記発熱体は、金属粒子または導電性セラミックスの焼結体からなる
15 ことが好ましい。

11. 前記発熱体は、タングステン、モリブデン、タングステンカーバイド、モリブデンカーバイドであることが好ましい。

12. 前記発熱体の偏芯程度は、基板の加熱面から50%を越え、100%未満までの位置であることが好ましい。

20 13. 前記発熱体の断面アスペクト比（発熱体の幅／発熱体の厚さ）は10～10000 であることが好ましい。

14. 本発明はまた、少なくとも以下の①～③の工程を含むことを特徴とするセラミックヒーターの製造方法を提案する。

① 窒化物セラミック粉末または炭化物セラミック粉末を焼結して窒化物セラ
25 ミックまたは炭化物セラミックからなる基板を成形する工程。

② 前記基板上に導電ペーストを印刷する工程。

③ 導電ペーストを加熱して焼結させ、上記セラミック基板表面に発熱体を形

成する工程。

15. 前記工程③の後工程として、得られた発熱体表面に非酸化性金属をめつきして金属被覆層を形成する工程を採用することが好ましい。

16. 前記工程②で用いる導電ペーストは、金属粒子と金属酸化物との混合物のペーストを用いることが好ましい。

17. 本発明はまた、少なくとも以下の①～④の工程を含むことを特徴とするセラミックヒーターの製造方法を提案する。

① 窒化物セラミック粉末または炭化物セラミック粉末を成形して窒化物セラミックまたは炭化物セラミックのグリーンシートを得る工程。

10 ② 前記窒化物セラミックまたは炭化物セラミックのグリーンシートの表面に、金属粒子単独または金属酸化物との混合物からなる導電ペーストを印刷する工程。

③ 前記導電ペースト印刷済みグリーンシートと、工程①と同様に処理して得られた他のグリーンシートとを1枚以上を積層する工程。

15 ④ 加熱加圧してグリーンシートおよび導電ペーストを焼結する工程。

18. 工程②で得られた導電ペースト印刷済みグリーンシートの上側および下側に、工程①と同様の処理によって得られたグリーンシートを積層するに当たって、上側と下側のグリーンシートの枚数の比率を1/1から1/99の範囲で調節することが好ましい。

20 19. 本発明はまた、金属粒子および金属酸化物からなるセラミックヒーター発熱体用導電ペーストを提案する。

20. 前記金属粒子は、貴金属または鉛、タングステン、モリブデンおよびニッケルから選ばれる1種以上のものを用いることが好ましい。

21. 前記金属酸化物は、酸化鉛、酸化亜鉛、酸化けい素、酸化ホウ素、酸化アルミニウム、酸化イットリウム、酸化チタンから選ばれるいずれか1種以上からなるものを用いることが好ましい。

22. 前記導電ペーストは、金属粒子に対して0.1 wt%超～1.0 wt%未満の

金属酸化物を混合してなるペーストを用いることが好ましい。

23. 前記金属粒子の平均粒子径は、 $0.1 \sim 100 \mu\text{m}$ の大きさであることが好ましい。

24. 前記金属粒子は、リン片状粒子、もしくは、球状粒子とリン片状粒子との混合物であることが好ましい。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明のセラミックヒーターの平面図、

第2図は、本発明のセラミックヒーターの使用状態を示す断面図、

10 第3図は、本発明のセラミックヒーターの製造方法を説明する図、

第4図は、スルーホール用孔に端子ピンを接続するもようを示す説明図、

第5図は、本発明のセラミックヒーターの他の製造例を示す説明図、

第6図は、本発明のセラミックヒーターのさらに他の製造例を示す説明図である。

15

発明を実施するための最良の形態

本発明のセラミックヒーターは、絶縁性の窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなるセラミック基板を用い、このセラミック基板の一方の面に発熱体を印刷形成し、他の面の上にシリコンウエハなどの半導体製品を載置して加熱する加熱面としたものである。

20

本発明のセラミックヒーターはまた、扁平な断面形状を有する発熱体を、セラミック基板の内部に配設（挟持）したものであってもよく、この場合、該発熱体は、中心から基板の厚さ方向に偏芯させて配設し、かつその発熱体から遠い方の面を加熱面としたものであってもよい。

25

上記基板を構成する窒化物セラミックまたは炭化物セラミックは、熱膨張係数が金属より小さく、薄くしても、加熱により、反ったり、歪んだりしない特徴がある。そのため、ヒーターの基板を薄くて軽いものとすることができる。

また、このようなセラミック基板は、熱伝導率が高く、しかも薄いために該基板の表面温度が、発熱体の温度変化に対して迅速に追従するという特徴がある。即ち、電圧、電流を変えて発熱体の温度を変化させる際に、その変化にセラミック基板の表面温度も速やかに追隨して変動するという特徴がある。

- 5 しかも、本発明のセラミックヒーターは、発熱体配設側とは反対側を加熱面とすること、もしくは基板の中心から厚さ方向に偏芯させて配設される、扁平形状の発熱体から遠い側を、加熱面とすることにより、熱の伝搬が該基板全体に均一にかつ速やかに拡散するため、加熱面に発熱体のパターンに限られた温度分布が発生するのを抑制することができ、ひいては加熱温度の分布を均一なものとすることができる。

- 10 なお、この点に関し、例えばUSP 5 6 4 3 4 8 3号明細書では、石英基板の一方の面を粗化し、ここに白金-パラジウムペーストで発熱体を設け、発熱体の反対側面にウエハを載置して加熱する技術が開示されている。また、USP 5 6 6 8 5 2 4号明細書では、ヒータを埋設したチャック付きセラミックヒータを開示している。さらに、USP 5 5 6 6 0 4 3号明細書では、窒化ホウ素基板表面に熱分解グラファイトの発熱体を設けたヒーターをそれぞれ開示している。

- 20 しかしながら、前記USP 5 6 4 3 4 8 3号明細書では石英基板を使用し、また白金-パラジウムペーストで発熱体を設けており、本発明のように酸化物を混合していないため、粗化しなければ発熱体を形成できない。

また、USP 5 6 6 8 5 2 4号明細書では、発熱体を偏芯させておらず、また、アスペクト比など具体的な形状を開示していない。このため、加熱面の温度均一性に劣る。

- 25 さらに、USP 5 5 6 6 0 4 3号明細書では、熱分解グラファイトの発熱体を使用しているため、空気中で500℃以上に加熱すると発熱体自体が焼失してしまい、使用温度域が限定される。

このように、これらの技術は、本発明とは全く異なるのである。

前記セラミック基板は、0.5 ～ 5 mm程度の厚さのものがよい。その理由は、薄すぎると破損しやすくなるからである。

かかるセラミック基板の素材である窒化物セラミックとしては、金属窒化物セラミック、例えば、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化チタンなどから選ばれるいずれか1種以上を使用することが望ましい。一方、炭化物セラミックとしては、金属炭化物セラミック、例えば、炭化けい素、炭化ジルコニウム、炭化チタン、炭化タンタル、炭化タングステンなどから選ばれるいずれか1種以上を使用することが望ましい。ただし、これらのセラミックの中でも窒化アルミニウムが好適である。その理由は、窒化アルミニウムの熱伝導率は180 W/m・Kと最も高いからである。

また、かかるセラミック基板に配設される発熱体は、導電ペースト中の金属粒子や金属酸化物粒子を焼結して形成される。このように前記各粒子を加熱焼成により、セラミック基板表面に焼き付けることができるからである。なお、この焼結処理は、金属粒子どうしあるいは金属粒子と前記セラミックが互いに融着する程度とする。

次に、前記発熱体2は、図1に示すように、セラミック基板1全体の温度を均一に昇温する必要があることから、同心円状に配設したパターンがよい。パターン形成した該発熱体2の厚さは、1～50 μm程度が望ましいが、該基板1の表面に発熱体2を形成する場合は、1～10 μmが好ましい。一方、該基板1の内部に該発熱体2を形成する場合は、1～50 μmの厚さにすることが好ましい。

また、この発熱体の幅は、0.1～20 mm程度とすることが望ましいが、基板1の表面に発熱体2を形成する場合は、0.1～5 mm、基板1の内部に該発熱体2を形成する場合は、1～20 mm程度とすることが好ましい。これらの範囲に限定する理由は、一般に、発熱体2の厚さおよび幅を変えることにより抵抗値を変化させることができるが、上記範囲が発熱体の温度制御に対して最も効果的だからである。なお、発熱体2の抵抗値は、薄くかつ細くなるほど大

きくなる。

また、この発熱体 2 は、基板 1 の内部に形成した場合の方が、厚み、幅とも大きくすることができる。この理由は、発熱体 2 を内部に設けると、加熱面と発熱体との距離が短くなり、セラミック基板 1 の加熱表面の温度均一性が低下するため、加熱面を均一に加熱するには、該発熱体 2 自体の幅を広げる必要が生じる。一方で、内部に発熱体を設ける場合、基板の窒化物セラミック等との密着性を考慮する必要性がなくなるため、タングステンやモリブデンなどの高融点金属、タングステンやモリブデンなどの炭化物を使用することができ、ひいては抵抗値を高くすることが可能となる。その結果として、断線等を防止する目的で発熱体の厚みを厚くすることができるのである。

この発熱体は、一般には断面が方形あるいは楕円形であって、好ましくは扁平な形状であることが望ましい。とくに、セラミック基板 1 の内部に発熱体を設ける場合は、扁平であることが必須となる。その理由は、断面が扁平な形状の方が加熱面に向かって放熱しやすいため、加熱面に温度分布ができにくいからである。

かかる発熱体 2 の断面のアスペクト比（発熱体の幅／発熱体の厚さ）は、10～10000 程度であることが望ましく、50～5000 が好ましい。この範囲内に調整すると、発熱体 2 の抵抗値を大きくできると同時に、加熱面の温度分布の均一性を確保することができるからである。

セラミック基板 1 の表面もしくは内部に配設した発熱体 2 のパターンの厚さが一定の場合、アスペクト比が小さいと、基板の加熱面方向への熱の伝達量が小さくなり、加熱面には発熱体パターンと同じような熱分布になってしまう。逆に、アスペクト比が大きすぎると発熱体パターン中央の直上部分が高温となってしまう、結局、加熱面には発熱体パターンと同じような熱分布が形成される。このような温度分布を考慮すると、発熱体 2 の断面のアスペクト比（発熱体の幅／発熱体の厚さ）は、10～10000 の範囲内とすることが望ましい。

それは、発熱体 2 のアスペクト比を 50～5000 とすることにより、熱衝撃によ

るクラックや剝離が発生しにくくなるからである。

5 なお、前記発熱体 2 は、セラミック基板 1 の内部に形成した場合の方が、アスペクト比を大きくすることができるが、この発熱体 2 を内部に設けた場合、加熱面と発熱体との距離が短くなり、表面の温度均一性が低下するため、発熱体自体は扁平形状にする必要がある。

10 本発明においては、発熱体 2 をセラミック基板 1 の内部に配設する場合、この発熱体の厚み方向の配設位置を偏芯させて配設することができるが、その偏芯の程度は、基板の一方の面（加熱面）から 5.0 % 越え～100 % 未満までの位置とすることが望ましい。その理由は、加熱面の温度分布を防止し、かつセラミック基板のそりの発生を抑制できるからである。好ましくは 55 % ～ 95 % である。

15 なお、この発熱体 2 をセラミック基板 1 の内部に形成する場合は、発熱体を形成層を複数段に分けてもよい。この場合は、各層のパターンは相互に補完するように形成し、加熱面からみるとどこかの層で完全なパターンが形成された状態にすることが望ましい。例えば、上層と下層とで互いに千鳥模様に配置して全体として完全なパターンとなるようにした構造である。

20 なお、発熱体 2 は、セラミック基板 1 の表面に配設する場合は、この発熱体の一部（底部）がセラミックス基板中に埋設された状態に配設することが望ましい。発熱体をこのように配設すると、発熱体の抵抗制御の改善とセラミックス基材との密着性の改善を同時に実現できるからである。

次に、セラミック基板に、前記発熱体を形成するために用いられる導電ペーストについて説明する。この導電ペーストは、導電性を確保するための金属粒子、または導電性セラミックの他、樹脂、溶剤、増粘剤などを混合したものが一般的である。

25 金属粒子としては、貴金属（金、銀、白金、パラジウム）、鉛、タングステン、モリブデン、ニッケルから選ばれるいずれか 1 種以上のものが用いられる。これらの金属は比較的酸化しにくく、発熱するに十分な抵抗を示すからである。

一方、導電性セラミックとしては、タングステンやモリブデンの炭化物などから選ばれるいずれか1種以上のものが使用できる。

これら金属粒子あるいは導電性セラミックは、粒径が 0.1~100 μm の大きさにすることが望ましい。微細すぎると酸化しやすく、一方、大きすぎると焼

5 結しにくくなり、抵抗値が大きくなるからである。

前記金属粒子は、球状、リン片状、もしくは球状とリン片状の混合物を使用することができる。とくに、形状がリン片状の場合は、金属粒子の間に後述する金属酸化物を保持しやすくなり、発熱体と窒化物セラミック等との密着性が向上するからである。

10 なお、かかる導電ペーストに用いられる樹脂としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂などが好適である。溶剤としては、イソプロピルアルコールなどが使用できる。増粘剤としては、セルロースなどが使用できる。

前記導電ペーストにはまた、金属粒子に加えて、さらに金属酸化物を含有させて、発熱体を金属粒子と金属酸化物との混合物焼結体とすることが有効である。即ち、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックと金属粒子との間に金属
15 酸化物が介在すると、これらの密着性を向上させることができる。このように密着性が改善される理由は明確ではないが、金属粒子表面および窒化物セラミックまたは炭化物セラミックの表面はわずかに酸化膜が存在しているが、この酸化膜が金属酸化物に対して親和性を示して容易に一体化し、その結果、金属
20 粒子と窒化物セラミックまたは炭化物セラミックが該酸化物を介して密着するのではないかと推定される。

かかる金属酸化物としては、酸化鉛、酸化亜鉛、酸化けい素、酸化ホウ素、酸化アルミニウム、酸化イットリウム、酸化チタンから選ばれるいずれか1種以上を用いる。これらの酸化物は、発熱体の抵抗値を大きくすることなく、金属
25 粒子と窒化物セラミックまたは炭化物セラミックとの密着性を改善できるからである。

前記金属酸化物の添加量は、金属粒子に対して0.1~10wt%未満である

ことが望ましい。この理由は、0.1 wt%未満では添加の効果がなく、一方で10 wt%以上だと、発熱体2の抵抗値が大きくなりすぎるからである。

5 なお、これらの金属酸化物の混合割合は、金属酸化物の全量を100 wt%とした場合に、酸化鉛が1～10 wt%、酸化けい素が1～30 wt%、酸化ホウ素が5～50 wt%、酸化亜鉛が20～70 wt%、酸化アルミニウムが1～10 wt%、酸化イットリウムが1～50 wt%、酸化チタンが1～50 wt%の範囲で、その合計が100 wt%を越えないように調整されることが望ましい。これらの範囲は特に金属粒子と窒化物セラミックとの密着性を改善する上で効果的である。

10 このように、金属酸化物の添加量を金属粒子に対して0.1～10 wt%未満の範囲に調整すると、発熱体の面積抵抗率は1～45 mΩ/□とすることができる。この面積抵抗率が大きくなりすぎると、印加電圧に対して発熱量が大きくなりすぎて、セラミック基板の表面に発熱体を配設したケースでは、制御がしにくくなる。なお、金属酸化物の量が10 wt%以上になると、面積抵抗率は50 mΩ/□を越えてしまい、発熱量が大きくなりすぎて温度制御が困難となり、ヒーターの温度分布の均一性が低下する。

15 なお、従来は、面積抵抗率が50 mΩ/□以上でなければヒータ用抵抗体として不向きであると考えられてきたが（特開平4-300249号）、本発明では逆に、面積抵抗率を45 mΩ/□以下にして、温度制御をしやすくして温度分布の均一性を確保するようにしたのである。

20 本願発明の他の実施形態としては、発熱体の表面を金属層で被覆することが望ましい。上述したように、発熱体は、金属粒子の焼結体であるから、これが空气中に露出していると酸化しやすく抵抗値が変化してしまう。そこで、金属粒子焼結体の表面を金属層で被覆することにより、酸化を防止することとしたのである。その金属層の厚さは、0.1～10 μm程度が望ましい。それは、
25 発熱体の抵抗値を変化させることなく、発熱体の酸化を防止できる範囲だからである。

金属粒子焼結体表面に被覆される金属は、非酸化性の金属であればよい。例

例えば、金、銀、パラジウム、白金、ニッケルから選ばれるいずれか1種以上のものがよい。なかでもニッケルは好適である。この理由は、一般に発熱体には電源と接続するための端子が必要であり、この端子ははんだを介して発熱体に取り付けられているが、いわゆるニッケルははんだの熱拡散を防止する作用をもつからである。その接続端子としては、コバルト製の端子ピンを使用することができる。

ただし、発熱体がセラミック基板の内部に配設される場合は、発熱体表面が酸化されることがないため、被覆は不要である。

前記はんだは、銀-鉛、鉛-スズ、ビスマス-スズなどのはんだ合金を使用することができ、そのはんだ層の厚さは、0.1~50 μm が、はんだによる接続を確保するに十分な範囲である。

本発明では、必要に応じ、図5(d)に示すように、セラミック基板1中に熱電対61を埋め込んでおくこともできる。この熱電対61により該セラミック基板1の温度を測定し、そのデータをもとに電圧、電流を調節し、セラミック基板1の加熱面の温度を容易にかつ正確に制御することができるようになる。

図2は、本発明セラミックヒーターの使用状態を示す部分断面図である。図示の符号3は端子ピン、4は金属(Ag-Pb)粒子焼結体、5は金属(Ni)被覆層であり、この4および5で発熱体2を構成している。そして6ははんだ層であり、このはんだ層を介して前記端子ピン3が取り付けられる。

また、かかるセラミック基板1には貫通孔8を複数個設け、その貫通孔8には半導体ウェハの支持ピン7を挿入し、セラミック基板1上に突出する前記ピン7の頂部に、半導体ウェハ9を、隣接もしくは若干の間隙を介して取付ける。なお、この場合、半導体ウェハ9を図示しない搬送機に受け渡したり、搬送機から半導体ウェハ9を受け取ったりするときには、前記支持ピン7を昇降させることにより行う。

次に、本発明にかかるセラミックヒーターの製造方法について説明する。

A. セラミック基板の表面に発熱体を形成する場合(図2)

(1) 絶縁性の窒化物セラミックまたは絶縁性の炭化物セラミックの粉体を焼結して窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなる板状体（セラミック基板）を形成する工程。

この工程では、前述した窒化アルミニウムなどの窒化物セラミックまたは炭化けい素などの炭化物セラミックの粉体、さらに必要に応じて、イットリアなどの焼結助剤やバインダーからなる混合粉末を、スプレードライ法などの方法によって顆粒状にし、得られたこの顆粒を金型などに入れて加圧することにより、板状に成形して生成形体とする。

上記生成形体には、必要に応じて、半導体ウェハの支持ピン7を挿入するための貫通孔8や熱電対61を埋め込む凹部62を設けておく。

次に、この生成形体を加熱焼成して焼結し、セラミック製の板状体を製造する。加熱焼成の際、加圧することにより気孔のないヒーター用セラミック基板を製造する。加熱焼成は、焼結温度以上であればよいが、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックでは、1000～2500℃が好適である。

(2) 上記(1)工程で得られたセラミック製の板状体（ヒーター板、即ちセラミック基板）の表面に、金属粒子を含む導電ペーストを印刷して金属粒子層4を形成する工程。

この工程では、金属粒子、樹脂、溶剤からなる粘度の高い流動性を有する導電ペーストを、スクリーン印刷などの方法により所要の位置に印刷する。導電ペーストを印刷により塗布して金属粒子層4を形成する理由は、セラミック基板全体を均一な温度に加熱するための発熱体2を形成するためには、図1に示すような同心円からなるパターンを正確に形成することが望ましいからである。

また、発熱体の断面形状は方形を基本として、扁平な断面形状とすることが望ましい。

(3) セラミック基板上に印刷して形成した金属粒子層を加熱焼結して、セラミック基板1の表面に発熱体2を形成する工程。

導電ペーストを印刷して形成される金属粒子層を加熱焼成して、樹脂、溶剤

を除去するとともに、金属粒子を焼結（加熱焼成温度は、500 ～1000℃）させる。この点に関し、例えば、導電ペースト中に金属酸化物を添加したりしておくと、金属粒子、セラミック製の板状体および金属酸化物が焼結して一体化するため、発熱体とセラミック製の板状体との密着性が向上する。

- 5 (4) さらに、必要に応じ、前記金属粒子層 4 の表面に、金属被覆層 5 を被成してもよい。この処理は、電解めっき、無電解めっき、スパッタリングにより行うことができるが、量産性を考慮すると無電解めっきが最適である。

(5) こうして得られた発熱体 2 のパターンの端部に、電源との接続のための端子ピン 3 をはんだにて取りつける。

- 10 B. セラミック基板の内部に発熱体を設ける場合（図 3）

(1) 窒化物セラミック、炭化物セラミックなどのセラミックの粉体を、バインダーおよび溶剤と混合してグリーンシート 31 を得る。

- 15 前述したセラミック粉体としては窒化アルミニウム、炭化けい素などを使用することができ、必要に応じて、酸化イットリウム（イットリア）などの焼結助剤などを加えてもよい。また、バインダとしては、アクリル系バインダ、エチルセルロース、ブチルセロソルブ、ポリビニラールから選ばれる少なくとも 1 種以上が望ましい。溶媒としては、 α -テルピオーネ、グリコールから選ばれるいずれか 1 種以上を用いることが望ましい。

- 20 これらを混合して得られるペーストをドクターブレード法でシート状に成形してグリーンシート 31 を製造する。得られたそのグリーンシートに、必要に応じて、シリコンウエハーの支持ピン 7 を挿入するための貫通孔 8 や熱電対 61 を埋め込むための凹部 62 を設けておくことができる。前記貫通穴 8 や凹部 62 は、パンチングなどの一にて形成する。

グリーンシートの厚さは、0.1 ～ 5 mm 程度がよい。

- 25 (2) 次に、グリーンシートに発熱体となる金属粒子層を印刷する。

発熱体となる金属粒子層 4 は、金属ペーストあるいは導電性セラミックを用いた導電性ペーストを印刷することにより形成する。

これらのペースト中には金属粒子あるいは導電性セラミック粒子が含まれており、このような金属粒子としてはタングステンまたはモリブデンが、また導電性セラミック粒子としてはタングステンまたはモリブデンの炭化物が最適である。酸化しにくく熱電導率の低下が少ないからである。

- 5 上記タングステンの粒子またはモリブデンの粒子の平均粒子径は $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ がよい。大きすぎても小さすぎても導電ペーストの印刷が困難になるからである。このような導電ペーストとしては、金属粒子または導電性セラミック粒子 85～97 重量部、アクリル系、エチルセルロース、ブチルセロソルブ、
10 ポリビニールから選ばれるいずれか 1 種以上のバインダー 1.5～10 重量部、 α -テルピオーネ、グリコールから選ばれる少なくとも 1 種以上の溶媒を 1.5～10 重量部混合して調製したタングステンペーストまたはモリブデンペーストが最適である。

(3) 次に、(2) の発熱体 2 を印刷したグリーンシート 31 と、(1) 工程と同様の方法で得られた他のグリーンシート 31 とを 1 枚以上積層する。

- 15 図示例では、金属粒子層 4 の上面（加熱面側）に 37 枚、その反対側に 17 枚を積層接着したものである。即ち、積層する場合は、(2) の発熱体印刷グリーンシートの上側（加熱面側）に積層される (1) のグリーンシートの数、下側に積層されるグリーンシートの数よりも多くして、発熱体 2 の形成位置を厚さ方向に偏芯させる。望ましくは、同じ厚さのグリーンシート数を積層して、
20 上側と下側の構成の比率を $1/1 \sim 1/99$ とする。具体的には、上側に 20～50 枚、下側に 5～20 枚を積層する。

(4) 加熱加圧してグリーンシートおよび導電ペーストを焼結する。加熱温度は $1000 \sim 2000^\circ\text{C}$ で、加圧は $100 \sim 200 \text{ kg/cm}^2$ で不活性ガス雰囲気下で行う。不活性ガスとしては、アルゴン、窒素などを使用できる。

- 25 最後に、端子ピン 3 取り付け部位に、はんだペーストを印刷した後、端子ピン 3 を乗せて、加熱してリフローすることによりこれを固定する。はんだペーストをリフローのための加熱温度は、 $200 \sim 500^\circ\text{C}$ が好適である。さらに、

必要に応じて熱電対を埋め込むことができる。

実施例

(実施例 1) 窒化アルミニウムセラミック基板製ヒーター

- 5 (1) 窒化アルミニウム粉末 (平均粒径 $1.1\mu\text{m}$) 100 重量部、イットリア (平均粒径 $0.4\mu\text{m}$) 4 重量部、アクリルバイダー 12 重量部およびアルコールからなる混合組成物を、スプレードライヤー法にて顆粒状粉末にした。
- (2) 前記顆粒状粉末を金型に入れて、平板状に成形して生成形体を得た。生成形体をドリル加工して、半導体ウェハー支持ピンを挿入するための貫通孔 8、
10 熱電対を埋め込むための凹部 (図示せず) を設けた。
- (3) 生成形体を 1800°C 、圧力 200 kg/cm^2 でホットプレスし、厚さ 3 mm の窒化アルミニウム板状体を得た。これを直径 210 mm の円状に切り出してセラミック製の板状体 (セラミック基板) 1 とした。
- (4) 上記 (3) で得たセラミック基板 1 に、スクリーン印刷にて導電ペーストを印刷した。印刷パターンは、図 1 に示すような同心円のパターンとした。
15 導電ペーストは、プリント配線板のスルーホール形成に使用されている徳力化学研究所製のソルベスト PS 603D を使用した。この導電ペーストは、銀/鉛ペーストであり、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素およびアルミナの混合物からなる金属酸化物 (それぞれの重量比率は $5/55/10/25/10$) を、
20 銀の量に対して 7.5 wt\% 含むものである。なお、銀は、平均粒径 $4.5\mu\text{m}$ でリン片状のものをを用いた。
- (5) 導電ペーストを印刷したセラミック基板を 780°C で加熱焼成して、導電ペースト中の銀、鉛を焼結させるとともに、セラミック基板 1 に焼きつけた。銀-鉛焼結体 4 によるパターンは、厚さが $5\mu\text{m}$ 、幅 2.4 mm であり、面積抵抗
25 率が $7.7\text{ m}\Omega/\square$ であった。
- (6) 硫酸ニッケル 80 g/l 、次亜リン酸ナトリウム 24 g/l 、酢酸ナトリウム 12 g/l 、ほう酸 8 g/l 、塩化アンモニウム 6 g/l の濃度の水溶

液からなる無電解ニッケルめっき浴に（５）のセラミック基板１を浸漬して、銀－鉛の焼結体４の表面に厚さ１μmのニッケルの金属層５を析出させて発熱体２を形成した。

（７）電源との接続を確保するための端子を取りつける部分に、スクリーン印刷１より、銀－鉛はんだペーストを印刷してはんだ層（田中貴金属製）６を形成した。ついで、このはんだ層６の上にコパール製の端子ピン３を載置して、４２０℃で加熱リフローし、端子ピン３を発熱体２の表面に取りつけた。

（８）温度制御のための熱電対（図示しない）を埋め込み、ヒーター１００を得た（第１図、第２図）。

10 （実施例２） 炭化けい素セラミック基板製ヒーター

実施例１と基本的に同じ工程によるが、平均粒径１．０μmの炭化けい素粉末を使用し、焼結温度を１９００℃とし、さらに表面を１５００℃で２時間焼成して表面に厚さ１μmをSiO₂層を形成した。

（実施例３）

15 実施例１、２のヒーターについて、電圧、電流の変化に対するセラミック基板の加熱面の温度の追従性、発熱体２のプル強度について測定した。即ち、各ヒーターに電圧を印加したところ、実施例１のヒーターは０．５秒で温度変化が見られ、また、実施例２のヒーターは２秒で温度変化が観察された。一方、発熱体２のプル強度については、実施例１のヒーターは、３．１kg/mm²、実施例
20 ２のヒーターは、３kg/mm²であった。

（実施例４） 発熱体を内部に形成したヒーター（図３、図５）

（１）窒化アルミニウム粉末（トクヤマ製、平均粒径１．１μm）１００重量部、イットリア（平均粒径０．４μm）４重量部、アクリルバイダー１１．５重量部、分散剤０．５重量部および１－ブタノールおよびエタノールからなるアルコール
25 ５３重量％を混合した混合組成物を、ドクターブレードで形成して厚さ０．４７mmのグリーンシート３１を得た。

（２）グリーンシート３１を８０℃で５時間乾燥させた後、パンチングにて直

径1.8 mm、3.0 mm、5.0 mmの半導体ウェハー支持ピン挿入用貫通孔、および発熱体と端子ピンとを接続するためのスルーホール用孔38を設けた。

(3) 平均粒子径1 μm のタングステンカーバイド粒子100 重量部、アクリル系バインダ3.0 重量部、 α -テルピオーネ溶媒を3.5 重量部、分散剤0.3 重量部を混合して導電性ペーストAとした。

また、平均粒子径3 μm のタングステン粒子100 重量部、アクリル系バインダ1.9 重量部、 α -テルピオーネ溶媒を3.7 重量部、分散剤0.2 重量部を混合して導電性ペーストBとした。

上記導電性ペーストAをグリーンシート31にスクリーン印刷でパターンを描いて印刷した。印刷パターンは図1のような同心円とした。また、端子ピンと接続するためのスルーホール用貫通孔38に、導電性ペーストBを充填した。

さらに、上記導電ペーストAを印刷しないグリーンシート31を上側(加熱面)に37枚、下側に17枚を積層し、130℃、80 kg/cm²の圧力で合体させて積層体とした(図3)。

(4) 前記積層体を窒素ガス中で600℃で5時間脱脂し、1890℃、圧力150 kg/cm²で3時間ホットプレスし、厚さ3mmの窒化アルミニウム板状体を得た。これを直径230 mmの円状に切り出して内部に厚さ6 μm 、幅10mmの発熱体を有するセラミック基板51とした(図5(a))。

(5) (4)で得たセラミック基板51を、ダイヤモンド砥石で研磨した後、マスクを載置し、ガラスビーズによるブラスト処理で熱電対収納用の孔62を設けた(図5(d))。

(6) さらに、スルーホール用孔58の表面の一部を切り抜けて図4に示すような凹部48を形成し、この凹部48にNi-Au合金からなる金ろうを供給し、次いで700℃で加熱リフローしてコパール製の端子ピン60を接続した(図5(c))。

なお、端子ピン60の接続は、前記凹部48を利用して、端子ピン60が3点で支持されるような構造にすることが接続信頼性を確保する上で望ましい。

(7) 温度制御のための複数の熱電対 6 1 を孔 6 2 内に埋め込み、セラミックヒーターを得た (図 5 (d))。

(比較例 1) アルミニウム板製ヒーター

5 発熱体としてシリコンゴムで挟持したニクロム線を用い、厚さ 1.5 mm のアルミニウム板とあて板を発熱体にて挟み、ボルトで固定してヒーターとした。そして、このヒーターに電圧を印加したところ、温度変化が見られるまで 2.4 秒を要した。

(比較例 2) アルミナ製ヒーター

基本的には実施例 1 と同様であるが、アルミナ粉末 (平均粒径 1.0 μm)、100 重量部、アクリルバイダー 1.2 重量部およびアルコールからなる組成物を、スプレードライヤー法にて顆粒状にし、これを金型に入れて、平板状に成形して生成形体とし、この生成形体を 1200℃、圧力 200 kg/cm^2 でホットプレスし、厚さ 3 mm のアルミナ基板を得た。

15 また、導電ペーストとしては、平均粒子径 3 μm のタングステン粒子 100 重量部、アクリル系バインダ 1.9 重量部、 α -テルピオーネ溶媒を 3.7 重量部、分散剤 0.2 重量部を混合して導電性ペーストとし、これを印刷した。導電ペーストを印刷したセラミック基板を 1000℃ で加熱焼成して、タングステンを焼結させた。

(実施例 5)

20 基本的には実施例 4 と同様であるが、発熱体を扁平形状のものではなく、断面を厚さ 20 μm × 幅 20 μm の正方形 (アスペクト比 1) のものを用いた。

(実施例 6)

基本的には実施例 4 と同様であるが、印刷条件を変え、発熱体も扁平形状のものではなく、断面を厚さ 5 μm × 幅 7.2 mm (アスペクト比 12000) のものを用いた。

25 (実施例 7)

基本的には実施例 4 と同様であるが、導電ペーストを印刷したグリーンシー

トの下側に24枚、上側に25枚積層し、発熱体をセラミック基板の中央に配置した例である。

(実施例8)

基本的には実施例1と同様であるが、ソルベストPS603Dに代えて、以下の組成をもつものを調整した。

銀粉 球状であり平均粒子径 $5.0\mu\text{m}$ 100 重量部

金属酸化物（酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ほう素、アルミナ、それぞれの重量比率は、5/55/10/25/5）を7.5重量部

面積抵抗率は、 $4\text{m}\Omega/\square$ であった。

10 (実施例9)

(1) 窒化アルミニウム粉末（平均粒径 $1.1\mu\text{m}$ ）100 重量部、イットリア（酸化イットリウムのこと 平均粒径 $0.4\mu\text{m}$ ）4 重量部、アクリルバイダー12 重量部およびアルコールからなる組成物を、スプレードライヤー法にて顆粒状にした。

15 (2) 顆粒状粉末を金型に入れて、平板状に成形してグリーンシートを得た。このグリーンシートをドリル加工して、半導体ウェハー支持ピンを挿入する貫通孔、熱電対を埋め込むための有底の穴を設けた。

(3) 前記グリーンシートを 1800°C 、圧力 $200\text{kg}/\text{cm}^2$ でホットプレスし、厚さ3mmの窒化アルミニウム基板を得た。これを直径210mmの円状に切り出してセラミック基板1とした。

さらに、このセラミック基板1に金属マスクを形成したのち、直径 $1\mu\text{m}$ のアルミナ粉によるサンドブラスト処理を実施し、発熱体形成位置に幅2.4mm、深さ $6\mu\text{m}$ の溝を設けた。

25 (4) (3)で得たセラミック基板1の溝に、スクリーン印刷にて導電ペーストを印刷し発熱体となる金属粒子層を形成した。金属粒子層のパターンは、図1に示すような同心円のパターンとした。導電ペーストは、プリント配線板のスルーホール形成に使用されている徳力化学研究所製のソルベストPS603Dを

使用した。この導電ペーストは、銀／鉛ペーストであり、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素、アルミナからなる金属酸化物（それぞれの重量比率は、5／55／10／25／5）を銀の量に対して7.5重量%含むものである。また、銀の形状は平均粒径4.5 μm でリン片状のものをを用いた。

- 5 (5) 金属粒子層を形成したセラミック基板を780 $^{\circ}\text{C}$ で加熱焼成して、金属粒子層（導電ペースト）中の銀、鉛を焼結させるとともに、セラミック基板1上に焼き付けた。銀－鉛の焼結体4によるパターンは、厚さが5 μm 、幅2.4 mmであり、面積抵抗率が7.7 $\text{m}\Omega/\square$ であった。

- 10 (6) 硫酸ニッケル80 g／l、次亜リン酸ナトリウム24 g／l、酢酸ナトリウム12 g／l、ホウ酸8 g／l、塩化アンモニウム6 g／lの濃度の水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴に(5)のセラミック基板を焼成して、銀－鉛の焼結体4の表面に厚さ1 μm のニッケル層5を析出させて発熱体とした。

- 15 (7) 電源との接続を確保するための端子ピンを取り付ける部分に、スクリーン印刷1より、銀－鉛はんだペーストを印刷してはんだ層（田中貴金属製）6を形成した。ついで、はんだ層6の上にコパール製の端子ピンを載置して、420 $^{\circ}\text{C}$ で加熱リフローし、端子ピンを発熱体の表面に取付けた（図6参照）。

この実施例では、図6(a)のように発熱体がセラミック基板内部に埋設されるも表面から露出した状態となる。また、図6(b)のような発熱体がセラミック基板の内部に一部埋設され、一部が露出した状態であってもよい。

- 20 この実施例において、実施例1、8と同様にして、応答時間、温度差、プル強度を測定した。その結果を表1に示す。

（比較例3）

- 25 基本的には実施例1と同様であるが、ソルベストPS603Dに酸化鉛、酸化亜鉛を加えて金属酸化物量を1.0wt%に調整した。得られた発熱体の面積抵抗率は50 $\text{m}\Omega/\square$ であった。

なお、実施例1から8（実施例3除く）、比較例1から3について電圧印加後の温度変化が確認されるまでの時間（応答時間）を測定した。また、表面温

度を600℃とした場合の加熱面の最高温度と最低温度の差を測定した。なお、実施例1, 8については、2mm×2mmの領域でプル強度(単位はkg/2mm²)を測定した。

その結果を表1にまとめて示す。

5 表1

10

15

	応答時間(秒)	温度差(℃)	プル強度(kg/2mm ²)
実施例1	0.5	8	12.4
実施例2	2.0	9	
実施例4	1.0	8	
実施例5	1.6	15	
実施例6	0.8	18	
実施例7	0.7	18	
実施例8	0.7	18	6.0
実施例9	0.8	9	24.0
比較例1	2.4	15	
比較例2	4.0	22	
比較例3	0.8	15	

産業上の利用可能性

20 以上説明したように、本願発明のセラミックヒーターは、薄くかつ軽いので実用的であり、とくに半導体産業の分野において、その製品を加熱乾燥するために用いられる。

また、本発明にかかるセラミックヒーターは、セラミック基板として、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックを使用し、かつ薄くしているため、電圧、
25 電流量の変化に対する加熱面の温度追従性に優れており、温度制御しやすい。さらに、加熱面の温度分布の均一性にも優れているので、半導体製品の効率的な乾燥ができる。

請求の範囲

1. 窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなるセラミック基板の表面に、発熱体を配設してなるセラミックヒーター。
- 5 2. 前記発熱体は、一部がセラミック基板中に埋設された状態に配設したことを特徴とする請求の範囲1に記載のセラミックヒーター。
3. 前記発熱体は、金属粒子の焼結体からなることを特徴とする請求の範囲1に記載のセラミックヒーター。
4. 前記発熱体は、金属粒子と金属酸化物との混合物焼結体からなることを特徴とする請求の範囲1に記載のセラミックヒーター。
- 10 5. 前記金属粒子は、貴金属、鉛、タングステン、モリブデンおよびニッケルから選ばれるいずれか1種以上を用いることを特徴とする請求の範囲1、2、3または4に記載のセラミックヒーター。
6. 前記発熱体は、その表面が非酸化性の金属層で被覆されてなることを特徴とする請求の範囲1、2、3、4または5に記載のセラミックヒーター。
- 15 7. 前記発熱体は、断面アスペクト比（発熱体の幅／発熱体の厚さ）が、10～10000の形状を示すことを特徴とする請求の範囲1、2、3、4、5または6に記載のセラミックヒーター。
8. 窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなるセラミック基板の内部に、断面アスペクト比（発熱体の幅／発熱体の厚さ）が10～10000である扁平形状の発熱体を配設したことを特徴とするセラミックヒーター。
- 20 9. 窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなるセラミック基板の内部に、扁平形状の発熱体を配設すると共に、その発熱体の配設位置を、基板の中心から厚さ方向に偏芯した位置に配設し、かつその発熱体からは遠い側の面を加熱面としたことを特徴とするセラミックヒーター。
- 25 10. 前記発熱体は、金属粒子または導電性セラミックスの焼結体からなる請求の範囲8または9に記載のセラミックヒーター。

- 1 1. 前記発熱体は、タングステン、モリブデン、タングステンカーバイド、
モリブデンカーバイドである請求の範囲 8 または 9 に記載のセラミックヒーター。
- 5 1 2. 前記発熱体の偏芯程度は、基板の加熱面から 50% を越え、100% 未満までの位置である請求の範囲 9 に記載のセラミックスヒーター。
- 1 3. 前記発熱体の断面アスペクト比（発熱体の幅／発熱体の厚さ）が、10
～10000 であることを特徴とする請求の範囲 9 に記載のセラミックヒーター。
- 1 4. 少なくとも下記①～③の工程を含むことを特徴とするセラミックヒーターの製造方法。
10
- ①窒化物セラミック粉末または炭化物セラミック粉末を焼結して窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなる基板を成形する工程。
- ②上記セラミック基板上に導電ペーストを印刷する工程。
- ③導電ペーストを加熱して焼結させ、上記セラミック基板の表面に発熱体を
15 形成する工程。
- 1 5. 前記工程②で用いる導電ペーストは、金属粒子と金属酸化物との混合ペーストを用いることを特徴とする請求の範囲 1 4 に記載の製造方法。
- 1 6. 前記工程③の後工程として、得られた発熱体表面に非酸化性金属のめっきを行うことにより金属被覆層を設けることを特徴とする請求項 1 4 に記載
20 のヒーターの製造方法。
- 1 7. 少なくとも下記①～④の工程を含むことを特徴とするセラミックヒーターの製造方法。
- ①窒化物セラミック粉末または炭化物セラミック粉体を成形して窒化物セラミックまたは炭化物セラミックのグリーンシートを得る工程。
- 25 ②上記窒化物セラミックまたは炭化物セラミックのグリーンシートの表面に、金属粒子単独または金属酸化物との混合物からなる導電ペーストを印刷する工程。

③導電ペースト印刷済みグリーンシートと、工程①と同様に処理して得られた他のグリーンシートとを1枚以上を積層する工程。

④加熱加圧してグリーンシートおよび導電ペーストを焼結する工程。

5 1 8. 工程②で得られた導電ペースト印刷済みグリーンシートの上側および下側に、工程①と同様の工程で得られたグリーンシートを積層するに当たって、上側と下側のグリーンシートの枚数の比率を1/1から1/99の範囲とする請求の範囲17に記載の製造方法。

1 9. 金属粒子と金属酸化物との混合物からなるセラミックヒータの発熱体用導電ペースト。

10 2 0. 前記金属粒子は、貴金属または鉛、タングステン、モリブデンおよびニッケルから選ばれるいずれか1種以上であることを特徴とする請求の範囲19に記載の導電ペースト。

15 2 1. 前記金属酸化物は、酸化鉛、酸化亜鉛、酸化けい素、酸化ホウ素、酸化アルミニウム、酸化イットリウム、酸化チタンから選ばれる1種以上である請求の範囲19に記載の導電ペースト。

2 2. 前記混合物は、金属粒子に対して金属酸化物を0.1 wt%から10 wt%未満の割合を含有することを特徴とする請求の範囲19に記載の導電ペースト。

2 3. 前記金属粒子は、平均粒子径が0.1~100 μm であることを特徴とする請求の範囲19に記載の導電ペースト。

20 2 4. 前記金属粒子は、リン片形状、もしくは球状とリン片状との混合物であることを特徴とする請求の範囲19に記載の導電ペースト。

FIG. 1

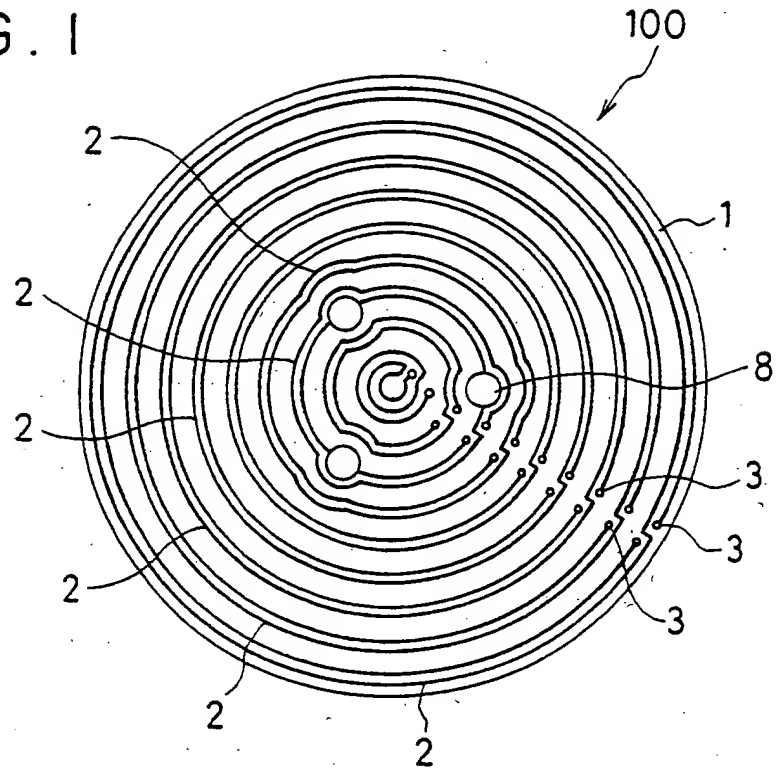


FIG. 2

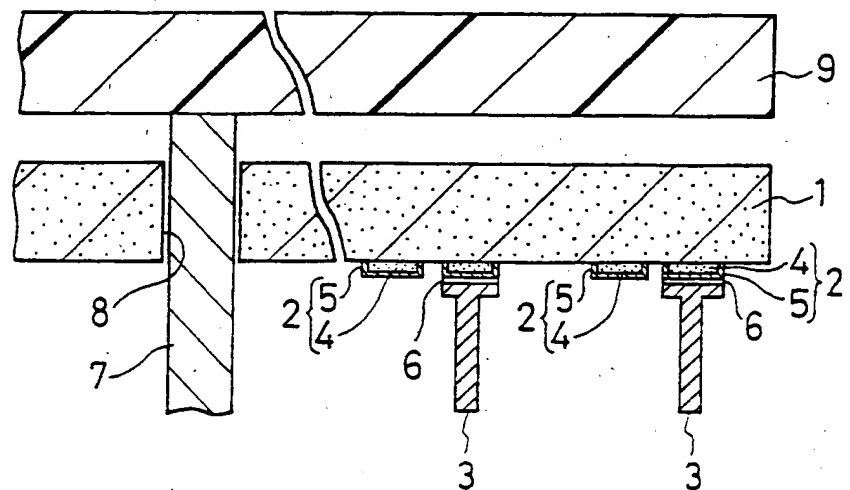


FIG. 3

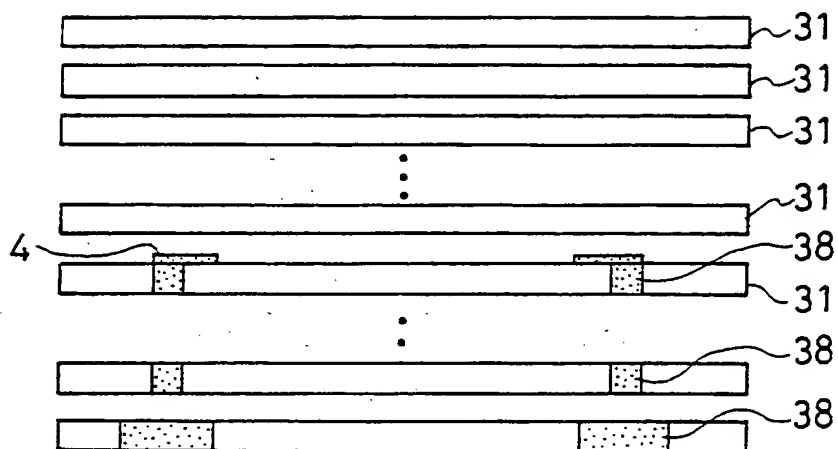


FIG. 4

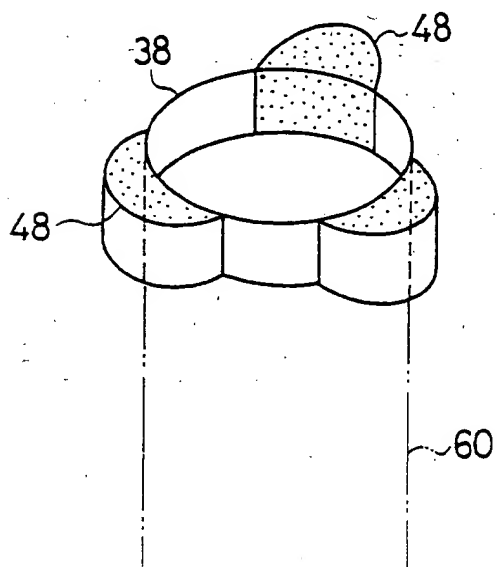


FIG. 5a

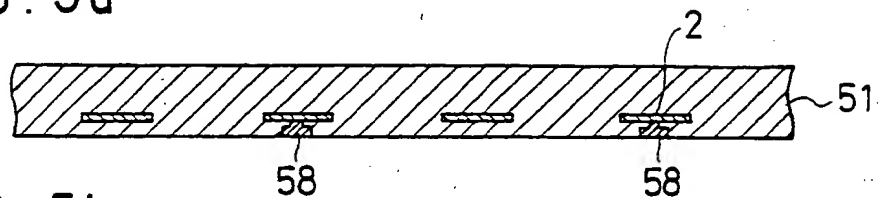


FIG. 5b

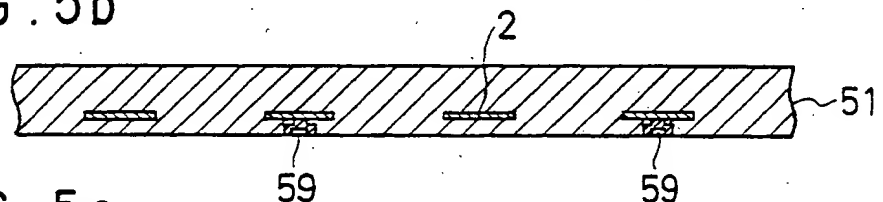


FIG. 5c

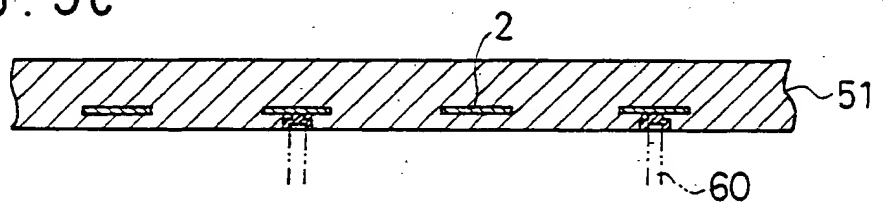


FIG. 5d

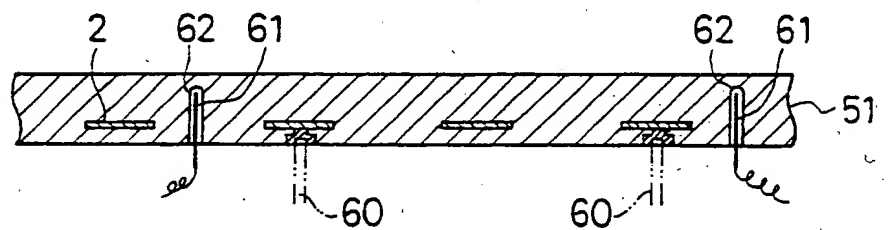


FIG. 6a

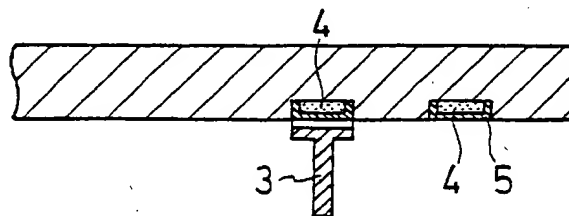
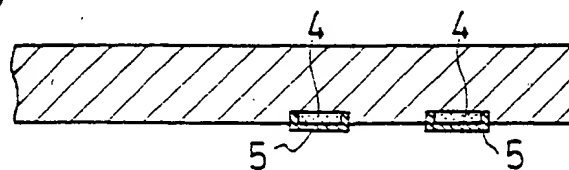


FIG. 6b



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/03086

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁶ H05B3/28, H05B3/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁶ H05B3/28, H05B3/12, H05B3/20Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1940-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 8-273815, A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 18 October, 1996 (18. 10. 96), Full text ; Figs. 1, 2	1-3, 5, 14
Y	Full text ; Figs. 1, 2	4, 6-8, 10, 11, 15, 16, 20
A	Full text ; Figs. 1, 2 (Family: none)	9, 12, 13, 22-24
X	JP, 58-61591, A (Nippondenso Co., Ltd.), 12 April, 1983 (12. 04. 83), Page 2, upper right column, line 18 to lower left column, line 11	19, 21
Y	Page 2, upper right column, line 18 to lower left column, line 11 & US, 4449039, A	4, 15, 20
Y	JP, 57-870, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 5 January, 1982 (05. 01. 82), Page 2, lower left column, line 8 to lower right column, line 2 ; Fig. 2 (Family: none)	6, 16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not
 considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is
 cited to establish the publication date of another citation or other
 special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other
 means
 "P" document published prior to the international filing date but later than
 the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority
 date and not in conflict with the application but cited to understand
 the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
 considered novel or cannot be considered to involve an inventive step
 when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
 considered to involve an inventive step when the document is
 combined with one or more other such documents, such combination
 being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
6 September, 1999 (06. 09. 99)Date of mailing of the international search report
14 September, 1999 (14. 09. 99)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/03086

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 6-51658, A (Toshiba Lighting & Technology Corp.), 25 February, 1994 (25. 02. 94), Par. No. [0019] (Family: none)	7, 8, 10, 11
X	JP, 8-273814, A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 18 October, 1996 (18. 10. 96), Full text ; Figs. 1 to 3 (Family: none)	17, 18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl. ⁸ H05B3/28, H05B3/12		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl. ⁸ H05B3/28, H05B3/12, H05B3/20		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1940-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-1999年 日本国登録実用新案公報 1994-1999年 日本国実用新案登録公報 1996-1999年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP, 8-273815, A (日本特殊陶業株式会社) 18. 10月. 1996 (18. 10. 96) 全文, 第1-2図 全文, 第1-2図 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-3, 5, 14 4, 6-8, 10, 11, 15, 16, 20 9, 12, 13, 22- 24
X Y	JP, 58-61591, A (日本電装株式会社) 12. 4月. 1983 (12. 04. 83) 第2頁右上欄第18行~第2頁左下欄第11行 第2頁右上欄第18行~第2頁左下欄第11行 & US, 4449039, A	19, 21 4, 15, 20
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		
の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	06. 09. 99	国際調査報告の発送日
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 井上 茂夫 印 電話番号 03-3581-1101 内線 3336

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 57-870, A (松下電器産業株式会社) 5. 1月. 1982 (05. 01. 82) 第2頁左下欄第8行~右下欄第2行, 第2図 (ファミリーなし)	6, 16
Y	J P, 6-51658, A (東芝ライテック株式会社) 25. 2月. 1994 (25. 02. 94) 段落番号【0019】 (ファミリーなし)	7, 8, 10, 11
X	J P, 8-273814, A (日本特殊陶業株式会社) 18. 10月. 1996 (18. 10. 96) 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	17, 18